

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **11-352364**  
 (43)Date of publication of application : **24.12.1999**

(51)Int.CI.

**G02B 6/42**  
**H01S 3/18**  
**H04B 10/24**  
**H04B 10/02**  
**H04B 10/18**

(21)Application number : **10-162204**(71)Applicant : **SONY CORP**(22)Date of filing : **10.06.1998**

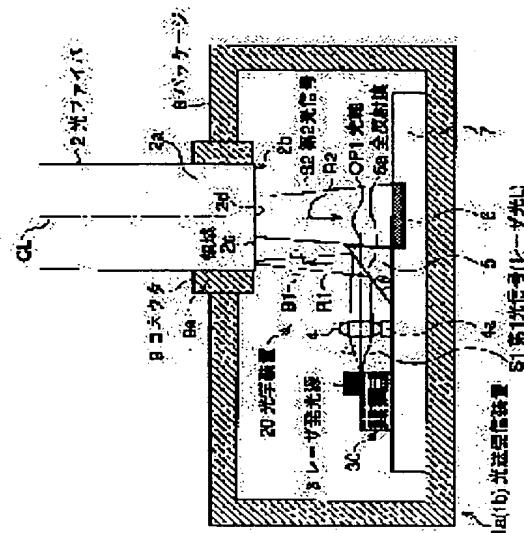
(72)Inventor : **HORIE KAZUYOSHI**  
**CHOKAI YOICHI**  
**OKUBO KENICHI**  
**SHINO KUNINORI**

## (54) OPTICAL TRANSMITTER-RECEIVER AND OPTICAL TRANSMISSION/ RECEPTION METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a single core bidirectional optical transmitter-receiver and an optical transmission/reception method capable of highly efficiently transmitting and receiving optical signals in a wide band without lowering the light reception efficiency of reception light or lowering the transmission band of an optical fiber.

**SOLUTION:** These optical transmitter-receivers 1a and 1b are connected to the optical fiber 2 to be a communication channel in an optical communication circuit, make first optical signals S1 to be transmitted incident on the optical fiber 2 and receive second optical signals S2 sent through the optical fiber 2. In this case, they are provided with a light emission means 3 for emitting the first optical signals S1, a light reception means 6 for receiving the second optical signals S2 emitted from the end face 2b of the optical fiber 2 and an optical device 20 for shifting the first optical signals S1 from the center of the end face 2b of the optical fiber 2 and making them incident on the area 2c of the end face 2b not overlapped with the second optical signals S2 emitted from the end face of the optical fiber 2.



[examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-352364

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 B 6/42  
H 0 1 S 3/18  
H 0 4 B 10/24  
10/02  
10/18

識別記号

F I  
G 0 2 B 6/42  
H 0 1 S 3/18  
H 0 4 B 9/00

G  
M

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-162204

(22) 出願日 平成10年(1998) 6月10日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者

東京都品川

## 一株式会社内 会計・税

(72) 春明考

馬海 拜  
南京都日川同

東京都品川区北品川6丁目7番33号 ノー  
一株式会社内

## (12) 先物有

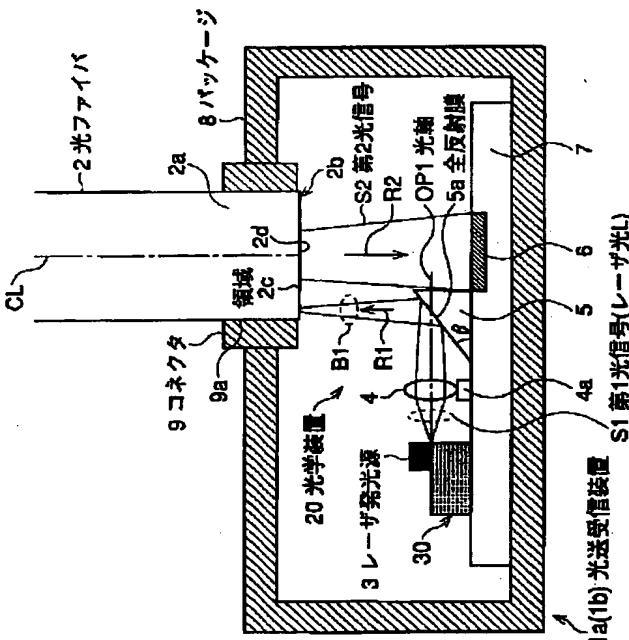
東京都品川区  
第一会計室

(54) 【発明の名称】 光送受信装置と光送受信方法

(57) 【要約】

**【課題】** 受信光の受光効率を落とすことなく、また光ファイバの伝送帯域を落とすことなく、高効率および広帯域で光信号の送受信を行うことができる一芯双方向の光送受信装置と光送受信方法を提供する。

【解決手段】 光通信回路における通信回線となる光ファイバ2に接続されて、送信しようとする第1光信号S1を光ファイバ2に入射させるとともに、光ファイバ2を介して送られてくる第2光信号S2を受けるための光送受信装置1a, 1bであり、第1光信号S1を出射する発光手段3と、光ファイバ2の端面2bから出射する第2光信号S2を受光する受光手段6と、第1光信号S1を光ファイバ2の端面2bの中心からずらしてしかも光ファイバ2の端面から出射する第2光信号S2とは重ならない端面2bの領域2cに入射させる光学装置20とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光通信回路における通信回線となる光ファイバに接続されて、送信しようとする第1光信号を光ファイバに入射させるとともに、光ファイバを介して送られてくる第2光信号を受けるための光送受信装置であり、

第1光信号を出射する発光手段と、  
光ファイバの端面から出射する第2光信号を受光する受光手段と、  
第1光信号を光ファイバの端面の中心からずらしてしかも光ファイバの端面から出射する第2光信号とは重ならない光ファイバの端面の領域に入射させる光学装置と、  
を有することを特徴とする光送受信装置。

【請求項2】 光学装置は、発光手段の第1光信号を収束させる集光部材と、収束した第1光信号の光路を第2光信号とは重ならない光ファイバの端面の領域に入射させる方向変換素子と、を有する請求項1に記載の光送受信装置。

【請求項3】 光学装置の方向変換素子は、第1光信号の光路を第2光信号とは重ならない光ファイバの端面の領域に入射させるために、反射膜を有する請求項2に記載の光送受信装置。

【請求項4】 反射膜は全反射膜である請求項3に記載の光送受信装置。

【請求項5】 発光手段と光学装置と受光手段を収容するパッケージを有し、このパッケージには光ファイバの端部が受光手段に向けて着脱可能に取り付けられる請求項1に記載の光送受信装置。

【請求項6】 第1光信号を光ファイバ端部に対して入射させた場合に、第1光信号が光ファイバの端面で反射することで生じる戻り光が到達する領域外に、受光手段が配置されている請求項1に記載の光送受信装置。

【請求項7】 発光手段と光学装置と受光手段のグループと、光ファイバとの間にカバー部品を有する場合に、第1光信号がカバー部品の表裏で反射することで生じる戻り光が到達する領域外に、受光手段が配置されている請求項1に記載の光送受信装置。

【請求項8】 一芯双方向光通信回路に用いられる光ファイバに接続されて、送信しようとする第1光信号を光ファイバの端部に入射させるとともに、この光ファイバを介して送られてくる第2光信号を受けるための光送受信方法であり、

第2光信号が光ファイバの端面から出射されて受光手段に受光され、発光手段が出射する第1光信号が光ファイバの端面の中心からずらしてしかも光ファイバの端面から出射する第2光信号とは重ならない端面の領域に入射される、ことを特徴とする光送受信方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一芯双方向光通信

用の光送受信装置と光送受信方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】プラスチック光ファイバ(POF)の出現により、光ファイバネットワークを安価に家庭やオフィス内に構築することができるようになった。光ファイバネットワークにより、家庭電気製品や情報機器などを相互に接続することができる。これは、家庭電気製品の高度利用分野における新規事業の創出につながる。

【0003】ところで、光通信により信号を伝送する方法として、二本の光ファイバのそれ一本を送信用と受信用とに用いる二芯方式の双方向光通信が通常用いられている。しかし、一本の光ファイバだけで送受信を行う一芯方式の双方向光通信は、光ファイバのコストを二芯方式のときと比べて、半分にすることができる。また、二芯方式の場合には、送信用の光ファイバと受信用の光ファイバとに区別するために、光送受信装置と光ファイバとの連結には方向性が生じることになる。これは、使い勝手の上で優れているとは言えない。一方、一芯方式の双方向光通信の場合には、その光ファイバの接続には上述の様な方向性は生じないので、使い勝手が良い。以上の様な理由から、一芯方式の双方向光通信の優位性が注目される。

【0004】しかし、一芯方式の双方向光通信には、技術的な問題が存在する。対向する光送受信装置からの光信号に対して自己の発光素子が送出した光信号が混入してしまうという問題、いわゆる、“クロストーク”的問題である。この原因のひとつに、接続されている光ファイバの入射端部などで自分の送信光が反射して、近端反射光となり、受光部に入射するというメカニズムがある。

【0005】このクロストークの問題を解決するためには、例えば偏光ビームスプリッタを用いることで、送られてくる光信号と光ファイバ端面などでの近端反射とを分離させている(特公平4-81373号公報)。しかし、この技術では、送られてくる光信号のおよそ半分しか受信できないので、S/N(シグナル/ノイズ)が劣化してしまっていた。

【0006】また、回折格子とレンズとを用いることで、一芯双方向の光通信用モジュールを実現している(特開平8-15582号公報)。しかし、この回折格子を用いる方法では、回折効率の問題があるので、高効率での光信号の送受信を行うことが難しかった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】光ファイバネットワークにおいて、一芯方式の双方向光通信を実現するためには、他の光送受信装置から送られてくる光信号に自己の発光素子の送信光が混入してしまうクロストークの問題を解決しなければならない。たとえば、上述で述べた様に、すでにいくつかのアイディアが出されている。しかし、それらは、受信光の効率を落としたり、光ファイバ

の伝送帯域を落とすことで一芯双方向の光通信を実現している。そこで、本発明の目的は、受信光の受光効率を落とすことなく、また光ファイバの伝送帯域を落とすことなく、高効率および広帯域で光信号の送受信を行う一芯双方向の光送受信装置と光送受信方法を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明においては、光通信回路における通信回線となる光ファイバに接続されて、送信しようとする第1光信号を光ファイバに入射させるとともに、光ファイバを介して送られてくる第2光信号を受けるための光送受信装置であり、第1光信号を射出する発光手段と、光ファイバの端面から射出する第2光信号を受光する受光手段と、第1光信号を光ファイバの端面の中心かららずらしても光ファイバの端面から射出する第2光信号とは重ならない光ファイバの端面の領域に入射させる光学装置と、を有することを特徴とする光送受信装置により、達成される。

【0009】本発明では、発光手段が、第1光信号を射出する。受光手段は、光ファイバの端面から射出する第2光信号を受光する。光学装置は、第1光信号を光ファイバの端面の中心かららずらしても光ファイバの端面から射出する第2光信号とは重ならない端面の領域に入射させるようになっている。一芯双方向の光ファイバ通信を行う場合に、他の光送受信装置から送られてきた第2光信号に対して、自己の光送受信装置の第1光信号が混入して、第1光信号と第2光信号が相互にクロストークを発生するのを防ぐ必要がある。このようなクロストークは、光ファイバの端面で第1光信号が反射することで生ずる反射光が、自己の光送受信装置の受光手段に入射してしまうからである。そこで、本発明では、第1光信号と第2光信号との光路を完全に分離することにより、クロストークの発生を抑えることができる。これにより、光通信における送信および受信を高効率で行うことができる。

【0010】本発明において、好ましくは光学装置は、発光手段の第1光信号を収束させる集光部材と、収束した第1光信号の光路を第2光信号とは重ならない光ファイバの端面の領域に入射させる方向変換素子と、を有する。

【0011】本発明において、好ましくは光学装置の方向変換素子は、第1光信号の光路を第2光信号とは重ならない光ファイバの端面の領域に入射させるために、反射膜を有する。本発明において、好ましくは反射膜は全反射膜である。

【0012】本発明において、好ましくは発光手段と光学装置と受光手段を収容するパッケージを有し、このパッケージには光ファイバの端部が受光手段に向けて着脱可能に取り付けられる。

【0013】本発明において、好ましくは第1光信号を

光ファイバ端部に対して入射させた場合に、第1光信号が光ファイバの端面で反射することで生じる戻り光が到達する領域外に、受光手段が配置されている。

【0014】本発明において、好ましくは発光手段と光学装置と受光手段のグループと、光ファイバとの間にカバー部品を有する場合に、第1光信号がカバー部品の表裏で反射することで生じる戻り光が到達する領域外に、受光手段が配置されている。

【0015】上記目的は、本発明にあっては、一芯双方向光通信回路に用いられる光ファイバに接続されて、送信しようとする第1光信号を光ファイバの端部に入射させるとともに、この光ファイバを介して送られてくる第2光信号を受けるための光送受信方法であり、第2光信号が光ファイバの端面から射出されて受光手段に受光され、発光手段が射出する第1光信号が光ファイバの端面の中心かららずらしても光ファイバの端面から射出する第2光信号とは重ならない端面の領域に入射される、ことを特徴とする光送受信方法により、達成される。

【0016】一芯双方向の光ファイバ通信を行う場合に、他の光送受信装置から送られてきた第2光信号に対して、自己の光送受信装置の第1光信号が混入して、第1光信号と第2光信号が相互にクロストークを発生するのを防ぐ必要がある。このようなクロストークは、光ファイバの端面で第1光信号が反射することで生ずる反射光が、自己の光送受信装置の受光手段に入射してしまうからである。そこで、本発明では、第1光信号と第2光信号との光路を完全に分離することにより、クロストークの発生を抑えることができる。これにより、光通信における送信および受信を高効率で行うことができる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0018】図1は本発明の光送受信装置および光送受信方法を適用することができる対象として、たとえばホームネットワークの例である。家200は外部のネットワーク201と通信ケーブル202や人工衛星203などを介して結ばれている。家200のなかには、電気機器や情報機器などが配置されている。ホームサーバ205は外部ネットワーク201からの情報を蓄積するためのものである。家庭内の機器はホームサーバ205にアクセスすることで、いつでも素早く最新の情報をダウンロードすることができる。セットトップボックス210はアンテナ204を介して人工衛星203からの情報をデータ処理するためのものである。

【0019】図1の家200の中にある機器は次のもの

である。TV受像機211、ビデオカメラ212、ビデオレコーダ213、プリンタ・ファクシミリ214、コンピュータ215、ディジタルスチルカメラ216などである。これらは相互に接続されていて、ホームネットワークを介してそれお互いに遠隔操作ができるようになっている。

【0020】図2は、図1に示すホームネットワークの機器同士が本発明である第1と第2の光送受信装置1a, 1bを介してホームネットワークにつながっていた一例を示している。この光送受信装置1a, 1bは、一芯双方向光通信回路に用いられるものであり、光ファイバ2は機器M1と機器M2との間で光信号の伝送路として使われる。光送受信装置1a, 1bは、これらの機器M1, M2にそれぞれ設けられている。これらの機器M1, M2は図1に示した家200の中の電気機器や情報機器である。

【0021】図3は図2の光送受信装置1aの好ましい実施の形態を示している。光送受信装置1a, 1bともに構成は同じなので、ここでは光送受信装置1aを例に示して光送受信装置1a, 1bの構造等を説明する。この光送受信装置1a(1b)は光ファイバ2を用いて、一芯双方向光通信を行うためのものである。光ファイバ2の端部2aは、光送受信装置1aのパッケージ(筐体)8のコネクタ9の穴9aに着脱可能にはめ込むことができる。この光送受信装置1aは、このパッケージ8、発光手段としてのレーザ発光源3、光学装置20、受光手段としてのフォトダイオード6等を有している。

【0022】レーザ発光源3は半導体素子30の上に設けられている。このレーザ発光源3は、たとえば650nmの波長のレーザ光Lを発光する半導体レーザであり、このレーザ光Lはこれから送信しようとする第1光信号S1である。このレーザ発光源3の駆動は図示しないレーザ発光駆動回路により行われ、このレーザ発光駆動回路が第1光信号S1を発光するようにレーザ発光源3を駆動する。

【0023】図3の光学装置20は、レーザ発光源3と光ファイバ2との間の光路に配置されている。光ファイバ2の中心軸CLは、第1光信号S1の光軸OP1に対して好ましくは垂直になっている。光学装置20は、第1光信号S1の光路を折曲げて、矢印R1に示す方向に沿って、光ファイバ2の端部2aの端面2bに対して第1光信号S1を入射させる機能を有している。この光学装置20は、結合レンズ4、台4a、立ち上げミラー5、半導体基板7を有している。台4aは半導体基板7の上に設けられている。この台4aは、結合レンズ4を固定している。結合レンズ4はレーザ発光源3に対して対面している。立ち上げミラー5は、結合レンズ4の後ろ側に位置している。立ち上げミラー5の断面はほぼ三角形状であり傾斜面には好ましくは全反射膜5aが形成されている。このように立ち上げミラー5に対して全反

射膜5aを形成すると、レーザ光L(第1光信号S1)を効率よく光ファイバへ導けるなどのメリットがある。

【0024】結合レンズ4は、レーザ発光源3の第1光信号S1を立ち上げミラー5の全反射膜5a側に収束させながら導く。特徴的なのは、立ち上げミラー5は第1光信号を全反射膜5aで反射させて、第2光信号S2とは重ならない光ファイバ2の端部2aの端面2bの領域2cに入射されることである。

【0025】一方、図3の光ファイバ2の端面2bの中央領域2dから出射される第2光信号S2は、矢印R2に示す方向に沿って、直接フォトダイオード6に入射するようになっている。すなわち、フォトダイオード6は光ファイバ2の端面2bの特に中央領域2dに対応する位置において半導体基板7に埋め込むようにして固定されている。この半導体基板7の上には、上述したレーザ発光源3、半導体素子30および光学装置20の台4aおよび立ち上げミラー5およびフォトダイオード6が設定されている。光ファイバ2の端面2bの領域2cは中央領域2dの周辺領域であり、たとえば中央領域2dが円形状なら、領域2cはリング状である。中央領域2dと領域2cは光ファイバのコアに位置している。もちろん領域2cからも第2光信号の光量の一部が出射される。ただし、この領域2cからの光はフォトダイオード6には入射しない。一般的に光ファイバのコア周辺部からの光は微弱なので、たとえフォトダイオード6に入射しなくてもS/N(シグナル/ノイズ)に大きな影響はない。

【0026】次に、図3および図4を用いて、光送受信装置1aにおける第1光信号S1と第2光信号S2とを用いた光送受信動作について説明する。レーザ発光源3が発光した第1光信号S1は、結合レンズ4により収束されながら、立ち上げミラー5の全反射膜5aに送られて反射される。反射されることにより、第1光信号S1の光線B1は光ファイバ2の端面2bの領域2cに入射する。図4に示すように、入射した光線B1は、光ファイバ2の端面2bで反射された光線B2と、光ファイバ2の中に進む光線B3とに分かれる。光線B3が相手側の第2光送受信装置1bに送信する光信号となる。このとき、もしも、光ファイバ2の端面2bで反射されて下方に戻る光線B2(戻り光)が、受光素子であるフォトダイオード6に入射してしまうと、第2光信号S2との光学的なクロストーク(迷光)が発生してしまう。そこで、本発明では、このようなクロストークを防ぐために、光ファイバ2の端面2bの領域2cに光信号を入射させることで、反射光線B2がフォトダイオード6に入射しないようにしてある。

【0027】図5を用いて、光学的なクロストークを発生させないための光学系SYS1の条件について説明する。説明を分かりやすくするために、座標を設定しておく。たとえば、第1光信号の光軸OP1と半導体基板7

が平行であるとし、これらに平行な軸をX軸とする。X軸に垂直で紙面に平行な軸をY軸とする。光ファイバ2の中心軸CLはY軸に平行とする。XY平面に垂直で、紙面から上方向に向かう座標軸をZ軸とする。

【0028】図5のように立ち上げミラー5の傾斜面の全反射膜5aのX軸に対する角度をθとする。結合レンズ4を透過した第1光信号S1は立ち上げミラー5の全反射膜5aで反射され、光軸はB1CLとなり、Y軸と平行な軸CL1に対して、90-2θ度で光ファイバ2に入射し、同じ90-2θ度で光ファイバ2の端面2bで反射する。端面2bの領域2cで反射することにより、第1光信号S1の光軸はB1CLからB2CLに変

$$BL_1 = OL_1 \times \tan(90 - 2\theta) \quad \dots \dots \dots (2)$$

が成り立つ。一方、光ファイバ2上での反射点Qから半導体基板7上への入射点Rまでの距離QRをX軸へ射影

$$BL_2 = OL_2 \times \tan(90 - 2\theta) \quad \dots \dots \dots (3)$$

と表わせる。したがって、第1光信号S1の光軸OP1が立ち上げミラー5に入射する位置Pから半導体基板7

$$BL_1 + BL_2 = (OL_1 + OL_2) \times \tan(90 - 2\theta) \quad \dots \dots \dots (4)$$

第1光信号が立ち上げミラー5に入射する位置Pからフォトダイオードの外周までのX軸方向の距離をMLとすると、光学的なクロストークを発生させないために次式を満足することが、まず必要である。

$$BL_1 + BL_2 < ML \quad \dots \dots \dots (5)$$

【0030】次に、レーザ光のビームスポットの大きさを考えなければならない。たとえば、光ファイバ2の端面2bでの反射光B2が、半導体基板7上で集光すると、半導体基板7上でのビームスポットの半径wは、次式で近似できることが知られている。

$$w = 0.61 \times \lambda / NA \quad \dots \dots \dots (6)$$

ここで、λはレーザ発光源3の発振波長であり、NAは結合レンズ4の像側の開口数である。開口数(NA)はと光線の収束の度合を示すものである。以上により、光学的なクロストークが発生しないためには、

$$BL_1 + BL_2 + w < ML \quad \dots \dots \dots (7)$$

という関係を満足する必要がある。反射光B2が半導体基板7上で集光しない場合にはさらに、ビームサイズが大きくなるので、長さ(BL1+BL2)をより小さくするか、長さMLを大きくする必要がある。

【0031】結合レンズ4が図5のXY平面内において、集光することで近端反射光がフォトダイオード6に入射しない条件を導き出せた。Z方向には発散していても本発明の光送受信装置は実現できる。よって、結合レンズ4として、一方向だけを集光するシリンドリカル・レンズを用いることも可能である。

【0032】光ファイバ2として、たとえば、プラスチック光ファイバなどが用いられる。このプラスチック光ファイバの特性の一例を示す。図6(A)はプラスチック光ファイバの特性の一例を示しており、光ファイバ2の外径は、たとえば1000μmであり、内訳はコア径

換される。

【0029】光軸B1CLが光ファイバ2に入射する位置を光ファイバ2の中心軸CLからIRの距離にあるとすると、光ファイバ2のコア径CRと距離IRとで、以下の関係が成り立つことが必要である。

$$\text{距離} IR < \text{コア径} CR \quad \dots \dots \dots (1)$$

第1光信号S1の光軸OP1が立ち上げミラー5の全反射膜5aに入射する位置Pから光ファイバ2へ入射する点Qまでの距離PQをX軸へ射影したときの長さをBL1として、光軸OP1と光ファイバ端面2bとの距離をOL1とすると、

$$BL_1 = OL_1 \times \tan(90 - 2\theta) \quad \dots \dots \dots (2)$$

したときの長さBL2は、光ファイバ端面2bからフォトダイオード6までの長さをOL2とすると、

$$BL_2 = OL_2 \times \tan(90 - 2\theta) \quad \dots \dots \dots (3)$$

上に照射される位置RまでのX軸方向の長さは、次の式になる。

$$x \tan(90 - 2\theta) \quad \dots \dots \dots (4)$$

が980μmで残りをクラッド層が占める。被覆外径は2.2mmで、被覆材質はポリエチレンである。一般に光ファイバ2は屈折率の高いコア2Aと屈折率の低いクラッド2Bから構成されていて、コア2Aとクラッド2Bとの境界で全反射を繰り返しながら光を伝搬させる。本発明が実現できる理由のひとつに、従来の石英系の光ファイバと比べてコア径の大きいプラスチック光ファイバを用いていることがある。光ファイバ2のクラッド2Bの外周囲は上述したポリエチレンのような被覆材質でされたジャケットで覆われている。レーザ発光源の光の波長が650nmの単色平行光である場合には、光ファイバ2の伝送損失はたとえば14dB/100mであり、その帯域は160MHzである。

【0033】図7には、その光ファイバ2の損失スペクトルの例を示しており、この中で励振NA=0.1とは、第1光信号を開口数NA=0.1で光ファイバの端面に入射させたという意味である。伝送損失は、波長450nmから600nm、そして650nmのところで比較的小さく抑えることができる。

【0034】次に、図8等を参照して、本発明の光送受信装置の別の実施例の形態について説明する。以下に説明する本発明の光送受信装置の別の実施の形態については、図3～図5の実施の形態と異なる部分の説明をし、図3～図5に示す実施の形態と同様の箇所には同じ符号を記して、その説明を援用する。

【0035】図8の光送受信装置は、レーザ発光源3、光学装置20およびフォトダイオード6のグループと、光ファイバ2との間に透明なカバー部品10が配置されている。このカバー部品10は、穴9aからほこりが入り、レーザ発光源3、光学装置20、フォトダイオード6に悪影響を与えるのを防ぐ。このカバー部品10は、

たとえばガラスやプラスチックなどから作ることができる。一芯双方向の光通信の場合において、このカバー部品10での送信光の反射光も光学的なクロストークの原因のひとつになる。カバー部品10に、レーザ発光源3の波長に合わせた反射防止膜を施すことで、第1光信号S1のカバー部品10における反射光の発生を低減させることができると可能である。しかし、完全に反射を抑えることは技術的に難しい。そこで、本発明の光送受信装置を用いることで、カバー部品10からの反射光による光学的なクロストークの発生を抑えることが可能となる。カバー部品10で反射した第1光信号S1は反射光B4となり、再び立ち上げミラー5に入射する。このとき、第1光信号S1が結合レンズ4により、収束光になっているので反射光B4はフォトダイオード6に入射することはない。つまり、全反射膜5aで反射するビームの大きさ以下のビーム径になって、立ち上げミラー5に入射する。

【0036】図9は本発明の光送受信装置のさらに別な実施の形態を示している。この実施の形態では、光学装置20の立ち上げミラー5と結合レンズ4とが一体化されている。光学装置20が第1光信号S1の光路を折曲げて光線B1とする機能は、図3の光学装置20と同じである。このように、結合レンズ4と立ち上げミラー5を一体化することにより、部品点数を減らすことができ、しかも、光学装置20は半導体基板7に対して一回の接着作業により取り付けることができる。さらに、結合レンズ4と立ち上げミラー5との光学的な位置あわせが不要になる。

【0037】図10は図3に関連した別の実施の形態を示している。図10では、光ファイバ2の中心軸CLが図3の場合よりθfだけ傾けてある。したがって、光ファイバ2の端面2bで反射される光線B2は、フォトダイオード6から離れる方向に進む。よって、立ち上げミラー5の角度θに製造誤差が生じた場合でも、フォトダイオード6に光線B2が入射することはない。

【0038】図11の本発明の光送受信装置の実施の形態では、レーザ発光源3の第1光信号S1は、光学装置20の結合レンズ4を通じて、直接光ファイバ2の端面2bの領域2cに入射される。つまり、これまで説明してきた立ち上げミラー5等を不要としている。

【0039】図12は図11の別の形態を示している。図12では、光ファイバ2の端面2bの中央領域2dからの第2光信号S2を一度折曲げミラーMRで光路を変えて、フォトダイオード6に入射させている。折曲げミラーMRを用いることで、光学系の構成の自由度を高めることができる。

【0040】図13と図14は、本発明の光送受信装置のさらに別の実施の形態を示している。図13の例では、光ファイバ2からの第2光信号S2をフォトダイオード6が受光する際に、立ち上げミラー5の全反射膜5

aで、第2光信号S2のビームの一部がけられる場合を示している。もちろん、全反射膜5aで第2光信号S2がけられない方が光学的な結合効率は高い。しかし、光ファイバ2の端面2bから出射する光線には矢印R3の方向に進む光線も存在するので、光学的な結合効率は大きくは下がらない。一方、第1光信号S1が光ファイバ2の端面2bの領域2cで反射することで、発生する光線B2は立ち上げミラー5の全反射膜5aで遮へいされるので、光学的なクロストークは確実に発生しない。

【0041】図14の例では、立ち上げミラー5には凹面5Rが形成されておりこの凹面5Rには全反射膜5aが形成されている。このような全反射膜5aは、たとえば蒸着やスパッタリングにより形成することができる。この全反射膜5aは、レンズ4と同じ集光の効果を得ることができる。つまり、たとえば図13に示すようなレンズ4を省略することができる。図13と図14の実施の形態のその他の点については、上述してきた実施の形態と同様であるのでその説明を援用する。

【0042】本発明は上記実施の形態に限定されない。上述した実施の形態では、家庭内のLAN(Local Area Network)、つまりホームネットワークやオフィスLANに用いられた例を示した。しかし、これに限らず、自動車や飛行機などの移動体内における各種情報のやり取りを行うための通信系統等にも本発明を適用することができる。また、発光手段として、レーザ発光源を用いているが、そのレーザ発光源の使用する波長は、650nmに限らず他の波長領域を用いることももちろん可能である。そして、発光手段としてはレーザ発光源に限らず他の種類の発光源を用いることももちろん可能である。光ファイバをパッケージに対して取り付ける場合に、光ファイバの軸方向に光ファイバが動かないようにする保持手段をパッケージに設けることはもちろんである。

【0043】以上説明したように、光ファイバ端面などによる近端反射光と受信光との光路を完全に分離することで、以下のような効果が得られる。

(1) 従来と比較して、光送受信を行う場合のクロストークの発生を防ぐことができる。

(2) 従来と比較して、受信効率をあげることができる。

(3) 従来と比較して、光ファイバの帯域を落とすことなく、光信号の送受信が行える。

光ファイバへの入射光を光ファイバの入射端面に対して、大きく斜めに入射させることで、光ファイバの入射端面で生じる送信光の反射光が受光部をちょうどまたぐ様にさせることで迷光を防ぐことも考えられる。しかし、この方式では光ファイバの入射端面に対する送信光の入射光が大きくなり、光ファイバを伝送する光の分散が大きくなってしまう。一般に、光ファイバ端面への入射の角度が大きくなると、モード分散が大きくなり、光

ファイバの帯域が狭まる。

【0044】本発明の実施の形態では、一芯双方向光通信において、送信号が光ファイバ端面などで反射する近端反射光の光路と受信号の光路とを完全に分けることにより、送信号（第1光信号S1）と受信号（第2光信号S2）とのクロストークを低減させ、光ファイバと受光素子との光学的な結合効率を上げることができる。

#### 【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、受信光の受光効率を落とすことなく、また光ファイバの伝送帯域を落とすことなく、高効率および広帯域で光信号の送受信を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光送受信装置および光送受信方法が適用できる一例として、家庭内における情報機器や電気機器に用いられている例を示す図。

【図2】本発明の光送受信装置および光送受信方法が機器と機器との間に配置されている一例を簡単に示す図。

【図3】本発明の光送受信装置の好ましい実施の形態を示す断面図。

【図4】図3の実施の形態において、光ファイバ内に透過した光と光ファイバ端面で反射した光の進行方向を示す図。

【図5】図3の実施の形態において、光学的なクロストークを発生させないための光送受信装置の条件を示す図。

【図6】光ファイバの特性の一例を示す図。

【図7】光ファイバの損失スペクトルの一例を示す図。

【図8】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

【図9】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

【図10】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

【図11】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

【図12】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

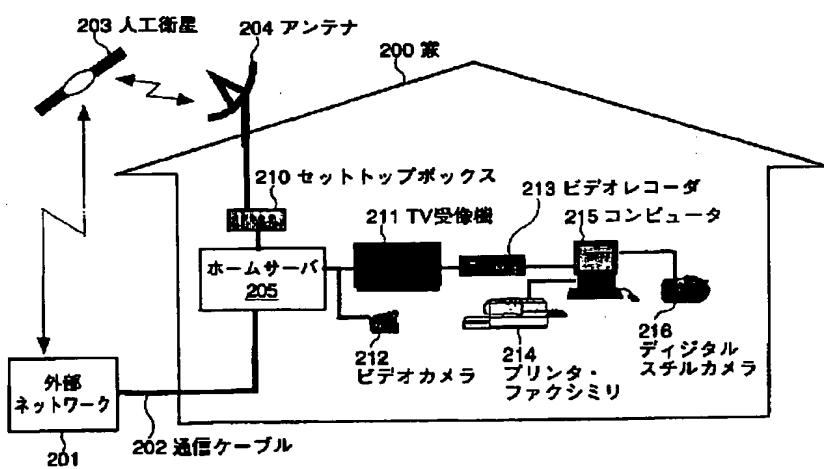
【図13】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

【図14】本発明の光送受信装置のさらに別の実施の形態を示す図。

#### 【符号の説明】

1a, 1b … 光送受信装置、2 … 光ファイバ、  
3 … 発光手段、4 … 光学装置の結合レンズ、5 … 光学装置の立ち上げミラー、6 … フォトダイオード（受光手段）、7 … 半導体基板、8 … パッケージ、9 … コネクタ、10 … カバー、20 … 光学装置、S1 … 第1光信号、S2 … 第2光信号、2b … 光ファイバの端面、2c … 端面の領域、2d … 端面の中央領域

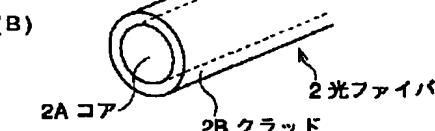
【図1】



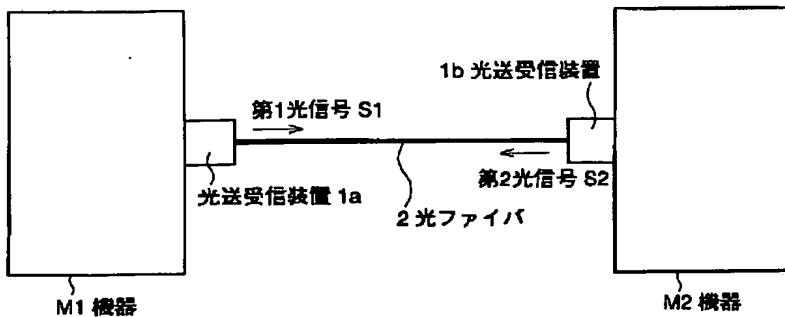
【図6】

光ファイバ外径	1000 μm
被覆外形	2.2 mm
被覆材質	ポリエチレン
伝送損失	14 dB/100 m*
帯域	160 MHz@100 m*

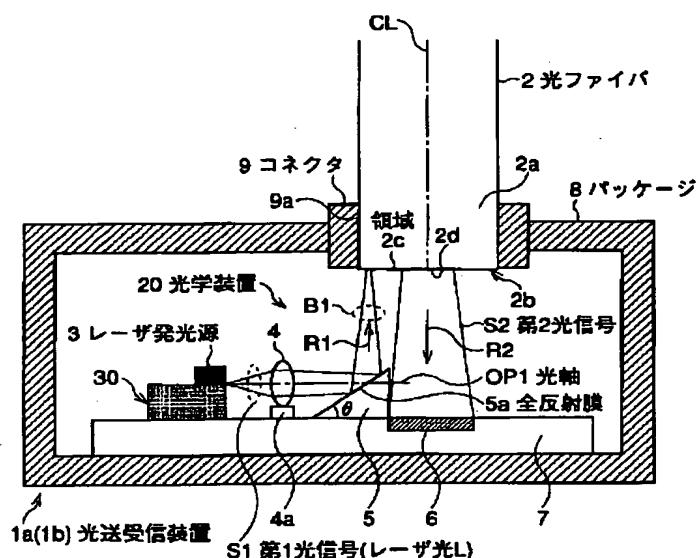
(\*: 650 nm単色平行光による参考値)



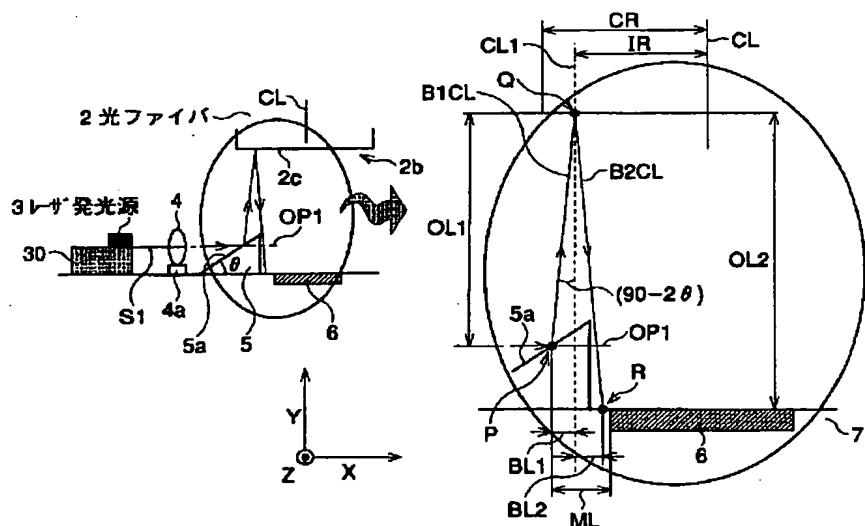
【図2】



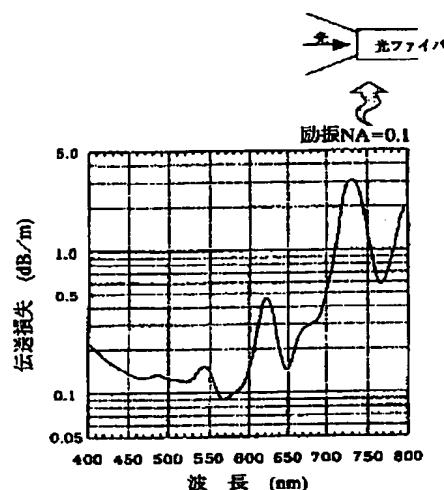
【図3】



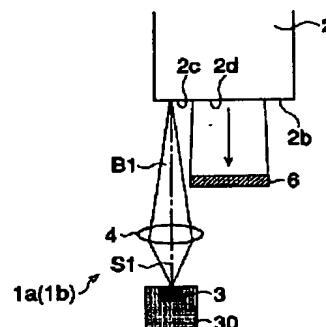
【図5】



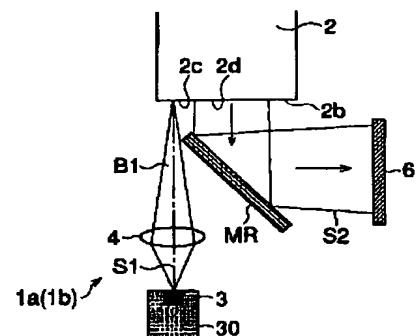
【図7】



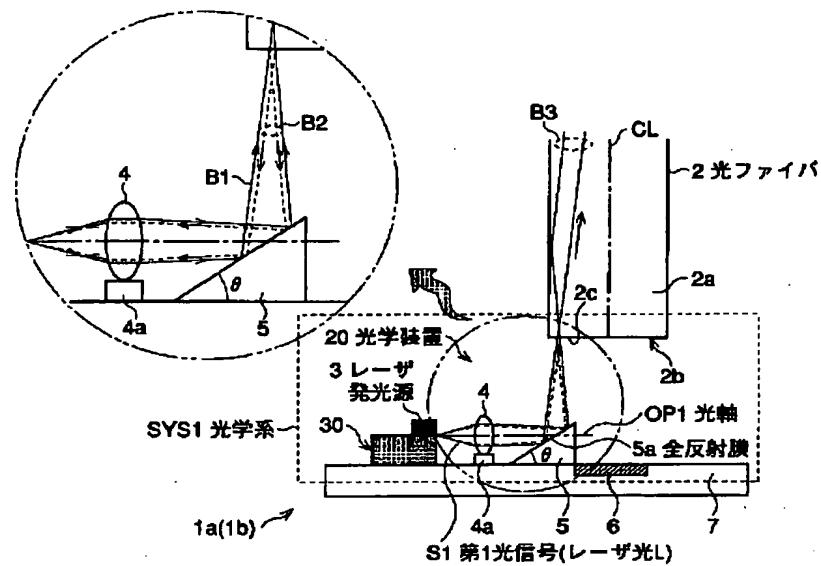
【図11】



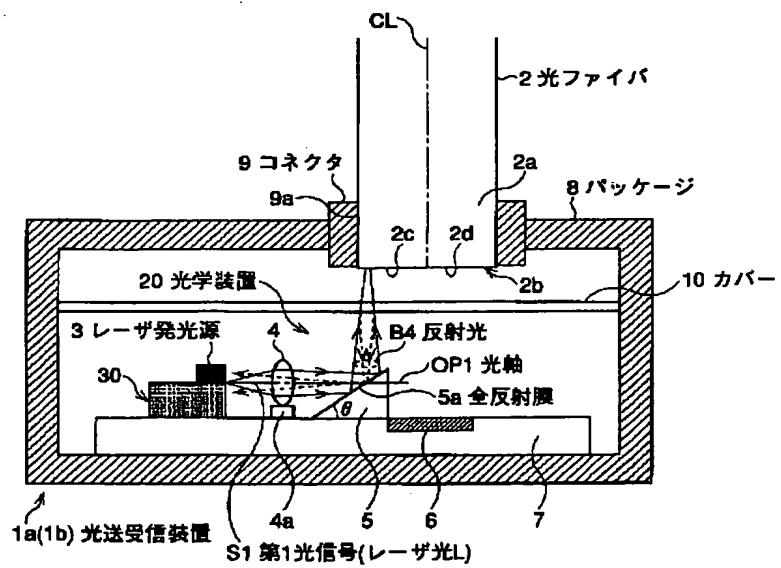
【図12】



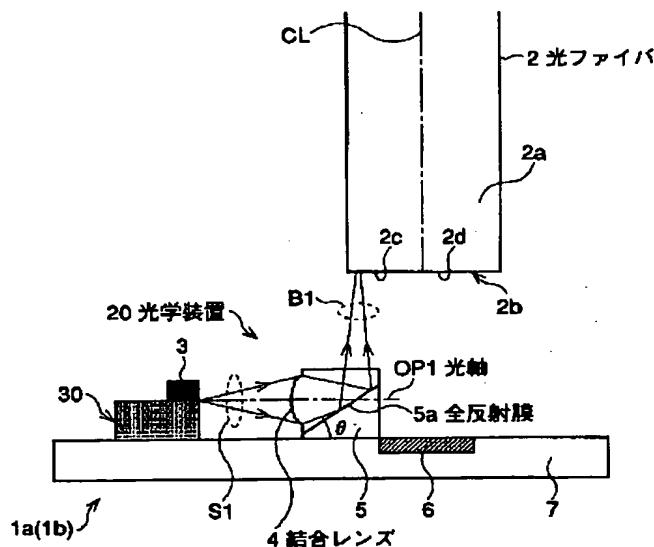
【図4】



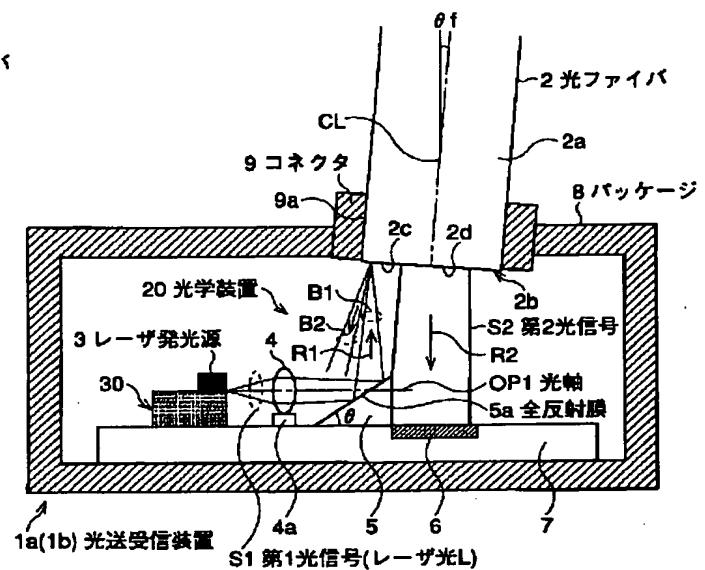
【図8】



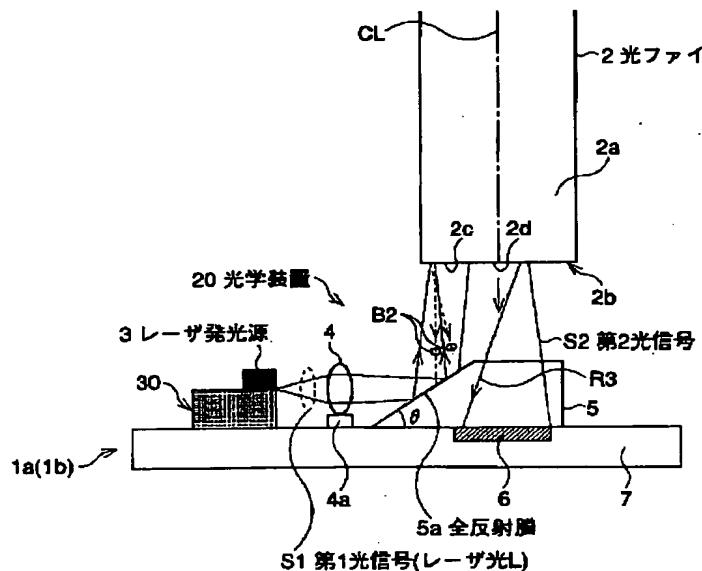
【図9】



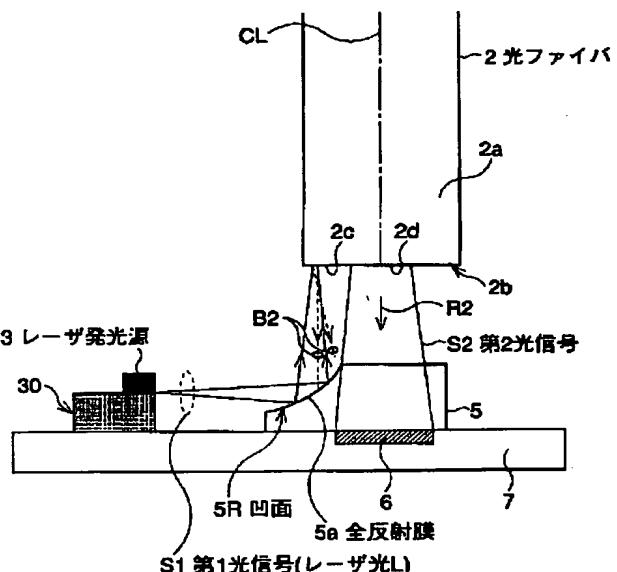
【図10】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 篠 邦宣

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内